

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-162638

(43)Date of publication of application : 20.06.1997

(51)Int.Cl.

H01Q 21/06

H01Q 3/46

(21)Application number : 07-345605

(71)Applicant : DX ANTENNA CO LTD

(22)Date of filing : 08.12.1995

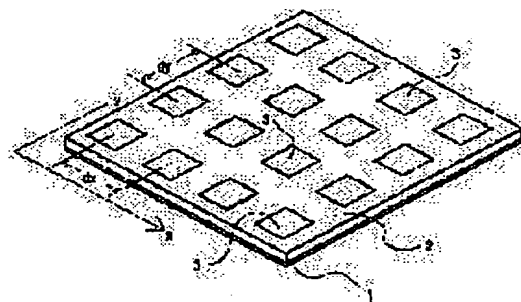
(72)Inventor : MATSUI GIICHI

## (54) PLANE ARRAY ANTENNA

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To generate plural grating globes in a visible range by increasing the spaces among plural receiving elements or radiation elements which are arrayed in a row with the specific largest length in comparison with the center wavelength.

**SOLUTION:** The receiving or radiation elements 3 are arranged in a grating shape on the surface of a dielectric substrate 2 having a ground conductor 1 formed on its back side in the (x) and (y) directions with spaces  $dx$  and  $dy$ , respectively. These elements 3 are connected to a phase shifter to undergo the change of their excitation phases. The largest length of elements 3 arrayed in a row is set at  $\leq 2/3$  center wavelength or the transmitting-receiving radio waves with the spaces  $dx$  and  $dy$  of elements 3 set larger than the center wavelength, respectively. Then the grating globes can be deflected by adjustment of phase of the phase shifter that is connected to the elements 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.02.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-162638

(43) 公開日 平成9年(1997)6月20日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 Q 21/06  
3/46

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 Q 21/06  
3/46

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-345605

(22) 出願日 平成7年(1995)12月8日

(71) 出願人 000109668

デイエツクスアンテナ株式会社  
兵庫県神戸市兵庫区浜崎通2番15号

(72) 発明者 松井 宜一

兵庫県神戸市兵庫区浜崎通2番15号 デイ  
エツクスアンテナ株式会社内

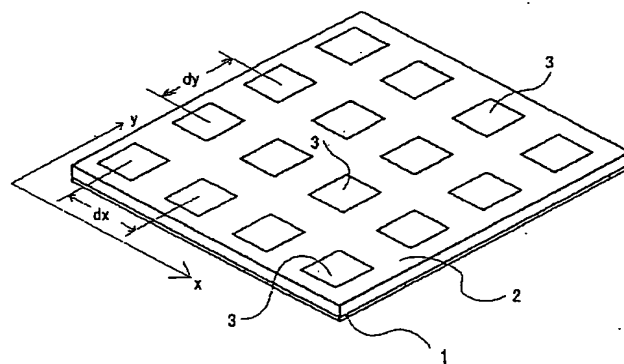
(74) 代理人 弁理士 田中 浩 (外2名)

(54) 【発明の名称】 平面アレーアンテナ

(57) 【要約】

【課題】 地面にほぼ水平に配置されても、小さなビーム走査角で目的の信号を受信できる。

【解決手段】 地面にほぼ水平に配置されるフェーズドアレイアンテナであって、予め定めた間隔  $dx$ 、 $dy$  を隔てて、格子状に受信または放射素子 3 を配列し、これら素子 3 の間隔  $dx$ 、 $dy$  は、受信電波の中心波長  $\lambda$  よりも長く設定されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 地面にほぼ水平に配置されるフェーズドアレイアンテナであって、少なくとも一列に配列され最大長が送受信電波の中心波長の  $2/3$  以下である複数の受信または放射素子を有し、これら受信または放射素子の間隔が、上記中心波長よりも長い長さを有することを特徴とする平面アレーアンテナ。

【請求項 2】 請求項 1 記載の平面アレーアンテナにおいて、前記受信または放射素子とその正面方向から受信する上記受信電波と逆相の電波を上記受信電波から生成し、上記受信電波を抑圧する抑圧手段を、具備することを特徴とする平面アレーアンテナ。

【請求項 3】 請求項 2 記載の平面アレーアンテナにおいて、上記抑圧手段が、上記各受信または放射素子の正面方向に上記受信電波の中心波長の約  $1/4$  の奇数倍の間隔をおいて配置された反射素子であることを特徴とする平面アレーアンテナ。

【請求項 4】 請求項 3 記載の平面アレーアンテナにおいて、上記反射素子が円形であることを特徴とする平面アレーアンテナ。

【請求項 5】 請求項 2 記載の平面アレーアンテナにおいて、上記抑圧手段が、上記各受信または放射素子間に配置された、上記受信または放射素子と同一形状の無給電素子であることを特徴とする平面アレーアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フェーズドアレイアンテナとして使用する平面アレーアンテナに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、上記のような平面アレーアンテナとしては、例えば図 1 に示すように、裏面に地導体 1 を設けた誘電体基板 2 の表面に、受信または放射素子 3 を格子状に配列したものがあつた。即ち、受信または放射素子 3 は、図 1 における  $x$  方向に一定の間隔  $d_x$  で配置され、 $x$  方向と直角な  $y$  方向に一定の間隔  $d_y$  で配置されている。各受信または放射素子 3 には、それぞれ移相器（図示せず）が設けられ、これら移相器によって各受信または放射素子 3 での受信信号の位相を調整して、合成することによって、特定の指向性を持たせることができる。また、各移相器の位相を順次変更することによって、指向特性を偏向することができる。よつて、例えば自動追尾装置用のアンテナとして使用することができる。

【0003】このような平面アレーアンテナでは、実際の空間に指向性が発生する可視領域内にメインローブのみを発生させ、グレーティングローブを発生させないために、メインローブが平面アレーアンテナの正面方向にある場合、 $d_x$  及び  $d_y$  を  $\lambda$ （この平面アレーアンテナで受信する信号の中心波長）よりも小さく設定してい

る。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、自動追尾アンテナとして使用する場合、この平面アレーアンテナは、地面にほぼ水平に配置されることが多い。この場合、自動追尾するためにメインローブを、基準位置、例えばこの平面アンテナの正面方向から変更させる角度（ビーム走査角）が大きくなり、所要の仰角方向での受信レベルが低くなるという問題点があつた。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の問題点を解決するために、請求項 1 記載の発明は、地面にほぼ水平に配置されるフェーズドアレイアンテナであつて、少なくとも一列に配列された複数の受信または放射素子を有するものである。これら受信または放射素子は、その最大長が送受信電波の中心波長の  $2/3$  以下である。これら受信または放射素子は、受信電波の中心波長よりも長い間隔をそれぞれ有している。

【0006】請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の平面アレーアンテナにおいて、前記受信または放射素子が、その正面方向から受信する上記受信電波と逆相の電波を、上記受信電波から生成し、上記受信電波と抑圧する抑圧手段を、具備している。

【0007】請求項 3 記載の発明は、請求項 2 記載の平面アレーアンテナにおいて、上記抑圧手段が、上記各受信または放射素子の正面方向に上記受信電波の中心波長の約  $1/4$  の奇数倍の間隔をおいて配置された反射素子であるものである。

【0008】請求項 4 記載の発明は、請求項 3 記載の平面アレーアンテナにおいて、上記反射素子が円形であるものである。

【0009】請求項 5 記載の発明は、請求項 2 記載の平面アレーアンテナにおいて、上記抑圧手段が、上記各受信または放射素子間に配置された、上記受信または放射素子と同一形状の無給電素子であるものである。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の一実施形態の平面アレーアンテナも、図 1 に示すように、裏面に地導体 1 が形成された誘電体基板 2 の表面に、受信または放射素子 3 が、 $x$  方向及び  $y$  方向にそれぞれ沿つて格子状（例えば 4 個  $\times$  4 個）に配置されている。これら受信または放射素子 3 は、それぞれ  $x$  方向に  $d_x$  の間隔を隔てて、また  $y$  方向に  $d_y$  の間隔を隔てて、それぞれ配置されている。これら受信または放射素子 3 もそれぞれ移相器に接続されており、励振位相が変更される。なお、各受信または放射素子 3 は、同振幅で励振される。

【0011】この実施形態の平面アレーアンテナは、例えば衛星放送を受信するためのものである。その受信中心周波数が  $11.85\text{GHz}$  である。誘電体基板 2 は、例えば  $1.03$  の誘電率と、約  $1\text{mm}$  厚みとを有し

ている。受信または放射素子3は、矩形、例えば1辺の長さが11.1mmのものを使用している。なお、この一辺の長さは、受信または放射素子3の最大長であり、中心受信周波数の波長 $\lambda$ の約0.44倍に相当し、上記波長 $\lambda$ の約1/2以下の長さである。また、 $d_x$ は、例えば62mm、 $d_y$ は70mmとされており、 $d_x$ は上記 $\lambda$  (約25mm)の約2.48倍、 $d_y$ は約2.8倍であり、いずれも $\lambda$ よりも大きくされている。

【0012】一般に、図1に示すような格子配列とした場合、全体のアレーファクターは、 $x$ 、 $y$ 方向それぞれのアレーファクターの積として与えられる。 $x$ 方向の一次元アレーファクターにおいて、各受信または放射素子3を等振幅及び共相励振すると仮定すると、数1で表される $U_x$ を変数として求めたアレーファクターは、例えば図2ようになる。但し、数1において $k_0$ は $2\pi/\lambda$ 、 $\theta_0$ はメインローブの方向である。

【0013】

$$\text{【数1】 } U_x = k_0 d_x (\sin \theta - \sin \theta_0)$$

【0014】図2から明らかなように、 $U_x = 2n\pi$ の方向にそれぞれ生じる大きな放射がグレーティングローブである。このグレーティングローブは、 $y$ 方向においても同様に発生する。

【0015】可視領域の範囲は、 $\theta_0 = 0$  (アレーの正面方向)とすると、数2によって表されることが知られている。但し、 $U$ は $U_x$ または $U_y$ であり、 $d$ は $d_x$ または $d_y$ である。

【0016】

$$\text{【数2】 } -k_0 d \leq U \leq k_0 d$$

【0017】従って、例えば $d = 3\lambda$ と $\lambda$ よりも大きく設定すると、 $\theta_0 = 0$ の場合、可視領域は、数3によって示される。

【0018】

$$\text{【数3】 } -6\pi \leq U \leq 6\pi$$

【0019】この場合、 $U$ は $6\pi \sin \theta$ で表され、 $U = \pm 2n\pi$  ( $n$ は整数)の方向に現れるローブがグレーティングローブであるので、グレーティングローブが発生する方向は、 $n$ が1、2または3の場合である。 $n = 1$ の場合、数4が成立し、 $\sin \theta$ は $\pm 1/3$ となる。従って、 $\theta$ は $\pm 19.5^\circ$ となる。

【0020】

$$\text{【数4】 } \pm 2\pi = 6\pi \sin \theta$$

【0021】 $n = 2$  ( $U = \pm 4\pi$ ) または  $n = 3$  ( $U = \pm 6\pi$ ) の場合も同様にして、 $\theta = \pm 48.1^\circ$  または  $90^\circ$  となる。このようにして、 $\theta = \pm 19.5^\circ$ 、 $\pm 48.1^\circ$  または  $\pm 90^\circ$  の方向にグレーティングローブが発生する。

【0022】従って、例えば $\theta = 45^\circ \pm 5^\circ$ の範囲で指向性を変更すれば、目的の衛星放送を受信できる場合には、最大でも $\pm 10^\circ$ の範囲内で指向性を変更できるように、各受信または放射素子の励振位相を移相器によ

って変更すると、2番目のグレーティングローブ、即ち $\theta = 48.1^\circ$ のグレーティングローブによって、上記目的の衛星放送を受信することができ、メインローブを使用して目的の衛星放送を探す場合よりも走査範囲を狭くできるので、目的の衛星放送を受信するのに要する時間を短縮できる。また、メインローブを $45^\circ$ も偏向させた場合には、指向性利得が大きく低下するが、2番目のグレーティングローブを使用した場合には、指向性の変更範囲が小さいので、高い受信レベルを確保することができる。

【0023】計算上では、数2から明らかなように、素子間隔を広くすればするほど、可視領域内に多くのグレーティングローブを発生させることができる。しかし、 $U = \pm 2n\pi$ の $n$ を大きくすればするほど、後述する図3(a)、(b)からも明らかなように、受信レベルが低くなる。従って、 $n$ が1または2で発生するローブが指向範囲(上記の例では $45^\circ \pm 5^\circ$ )内に入るように、 $d_x$ 、 $d_y$ を設定することが望ましい。

【0024】この実施形態において、同振幅及び共相励振した際のアンテナの指向性を図3(a)に示す。また、図3(b)に $\theta = +30^\circ$ となるように各移相器を調整した場合の指向特性を示す。図3(b)における $\theta = +30^\circ$ にあるグレーティングローブは、図3(a)における $\theta = 19.5^\circ$ にある第1グレーティングローブが、右方向へ約 $9^\circ$ 偏向したものである。図3(b)の場合、比較的少ないレベルの低下で、 $\theta = +30^\circ$ 方向の電波を良好に受信できる。また、これの他に、 $\theta = +60^\circ$ 及び $-38^\circ$ 付近にもグレーティングローブが発生している。従って、衛星放送を探査する場合、1つの位相の設定によってそれぞれ異なる3方向の探査が可能となり、衛星放送を探査するのに要する時間を短縮することができる。

【0025】また実際の平面アレーアンテナの指向性は、アレーファクターと受信または放射素子3が有する独自の指向性との積となるので、図3(a)、(b)に示すように、メインローブに比較して、グレーティングローブのレベルが低くなる。従って、例えば $\theta = 48.1^\circ$ のグレーティングローブで衛星放送を受信しようとしているときに、メインローブや $\theta = 19.5^\circ$ のグレーティングローブによって衛星放送を受信するという誤動作をする可能性がある。

【0026】そこでメインローブや不要なグレーティングローブを、図4に示す各素子の指向特性のように抑圧することが望ましい。例えば図5に示すように、各受信または放射素子3の上方に、抑圧素子、例えば反射素子5を設けてもよい。説明の便宜上、各受信または放射素子3から送信する場合を考える。受信または放射素子3の放射最大方向( $\theta = 0^\circ$ 、放射素子3と直交する方向)に反射素子5を配置すると、反射素子5によって反射波が発生する。反射素子5と、受信または放射素子3

との間隔を $\lambda/4$ の奇数倍、例えば $\lambda/4$ とすると、反射素子5で反射された反射波と、受信または放射素子3からの放射波とが、受信または放射素子3の面で丁度逆相となり、抑圧効果が最大となる。

【0027】図5では、反射素子5として、受信または放射素子3とほぼ同一面積を有する円形の導体板を使用している。無論、両者の間隔は $\lambda/4$ である。円形以外にも、例えば図6に示すように放射素子3と同一面積の矩形の反射素子5aを使用することも可能である。しかし、 $\theta \neq 0$ の方向、例えばA方向とB方向とから、それぞれ反射素子5aを見た場合、その形状が異なる。その結果、例えばA方向からB方向へ向かって $\phi$ で示すようにグレーティングローブを偏向させた場合、指向性が不均一となる。従って、円形の反射素子5を使用するのが望ましい。

【0028】また、抑圧する別の手段として、例えば図7に示すように、各受信または放射素子3間に、無給電素子7を設けてもよい。これら無給電素子7は、受信または放射素子3と同一形状のものであり、受信または放射素子3を挟んで対称に配置されている。これら無給電素子7は、受信または放射素子3と電磁結合されているので、受信または放射素子3が励振されたとき、無給電素子7からも放射が発生する。この放射波が、受信または放射素子3からの放射波と逆相となるように、無給電素子7と受信または放射素子3との間隔が設定されている。

【0029】上記の実施の形態では、受信または放射素子3として、正方形のパッチ素子を使用した。これに代えて、例えば円偏波を受信または送信する場合には、円形、楕円形または多角形等のパッチ素子や、互いに直交する2本の放射ブローブを使用することができる。円形のパッチ素子の場合、その最大長、即ち直径を中心波長 $\lambda$ の約 $2/3$ 以下とするのが望ましい。また、直線偏波を受信または送信する場合には、1本の放射ブローブ、導波管スロットまたはダイポール等を使用することもできる。この場合も、その最大長が中心波長 $\lambda$ の約 $2/3$ 以下とするのが望ましい。また、上記の実施の形態では、受信または放射素子3は、格子状に配列したが、最低限度、一列に受信または放射素子3を配列したものでもよい。

## 【0030】

【発明の効果】以上のように、請求項1記載の発明によれば、受信または放射素子の間隔が、受信電波の中心波長よりも長い長さを有しているので、可視領域内に複数のグレーティングローブを発生することができる。そして、各受信または放射素子に接続される移相器の位相差を調整することによって、これらグレーティングローブを偏向させることができるので、上記間隔を適切に設定することによって、所望の指向範囲内にグレーティングローブを発生することができ、ほぼ水平にこの平面アレーアンテナが配置されていても、大きくメインローブを偏向させなくても、所望の電波を受信することができる。

【0031】請求項2、3、4または5記載の発明によれば、抑圧手段が設けられているので、不要なメインローブを抑圧することができ、例えば自動追尾装置に、この平面アンテナを使用した場合にも、誤った電波を受信することを防止できる。特に、請求項3記載の発明のように円形の反射素子を使用した場合には、指向特性を均一にすることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による平面アレーアンテナの一実施形態の斜視図である。

【図2】一次元アレーファクターを示す図である

【図3】(a)は本実施形態において各受信または放射素子を同振幅及び共相励振した場合の指向特性図、

(b)は本実施形態において各受信または放射素子を同振幅で $+30^\circ$ 偏向させた指向特性図である。

【図4】本実施形態においてメインローブを抑圧した指向特性図である。

【図5】本実施形態においてメインローブを抑圧するための一変形例を示す斜視図である。

【図6】本実施形態においてメインローブを抑圧するための他の変形例を示す斜視図である。

【図7】本実施形態においてメインローブを抑圧するための別の変形例を示す斜視図である。

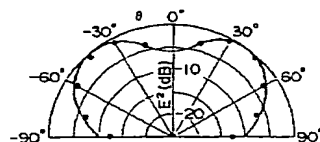
## 【符号の説明】

- 3 受信または放射素子
- 5 5a 反射素子（抑圧手段）
- 7 無給電素子（抑圧手段）

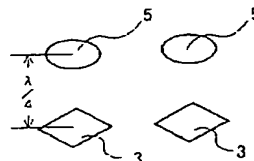
【図2】



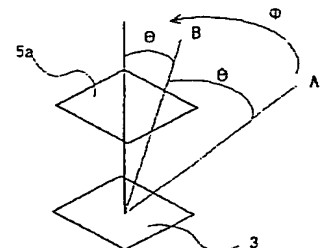
【図4】



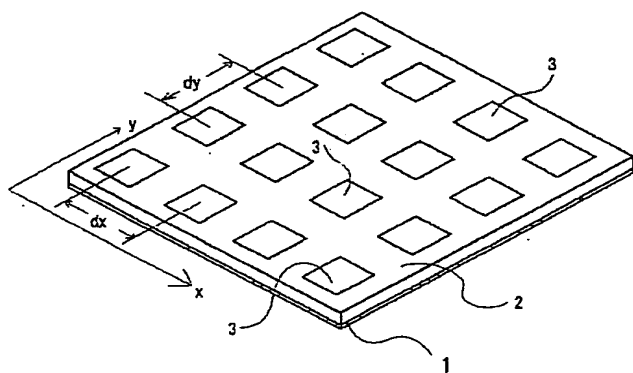
【図5】



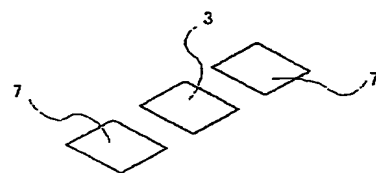
【図6】

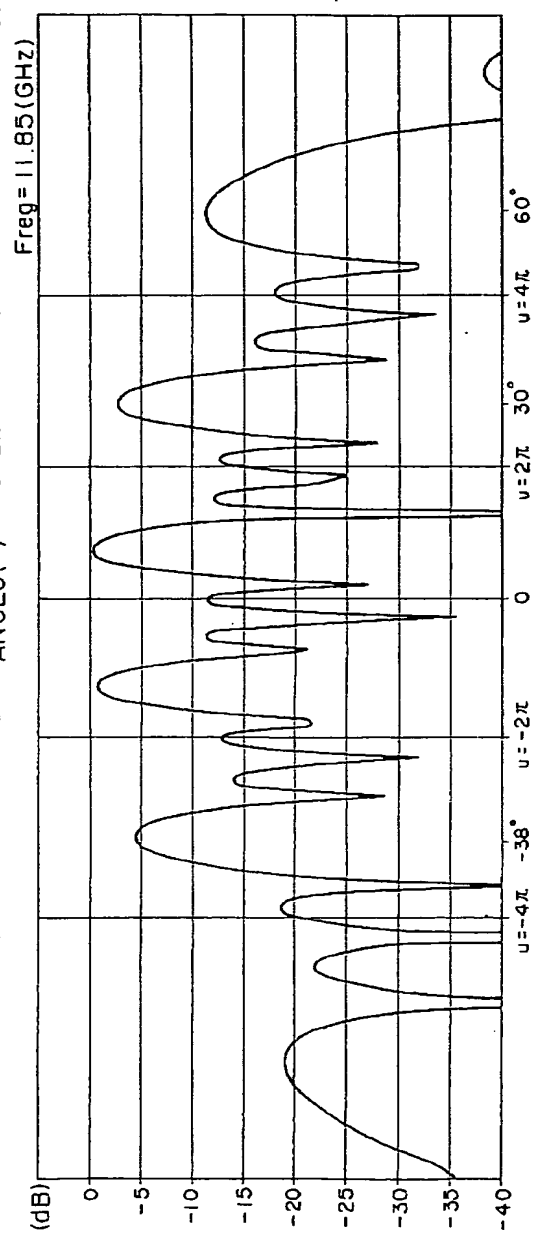
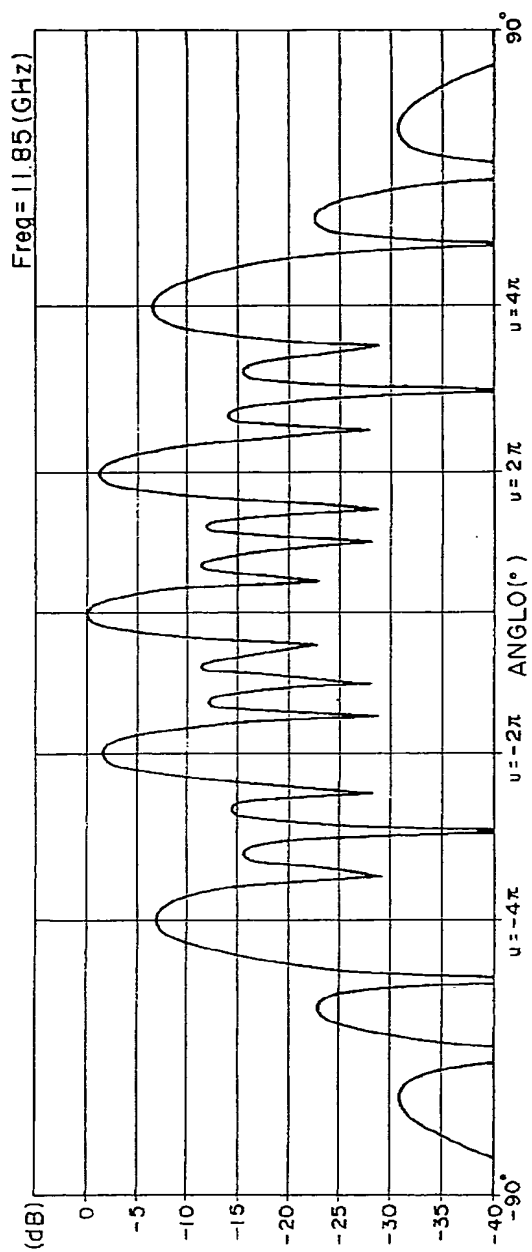


【图 1】



【图 7】





【图 3】